

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-164228

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 L 21/60

識別記号

庁内整理番号

6918-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月7日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 セラミック製ワイヤボンディング用キャピラリー

⑯ 特 願 昭61-312550

⑰ 出 願 昭61(1986)12月25日

⑱ 発 明 者 斎 藤 彰 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

⑲ 出 願 人 京セラ株式会社 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

セラミック製ワイヤボンディング用キャピラリー

## 2. 特許請求の範囲

少なくとも先端部分が

Si 90 乃至97重量% (窒化物換算)

Al 0.5 乃至8 重量% (酸化物換算)

Y 0.5 乃至8 重量% (酸化物換算)

を主成分とする対理論密度比99%以上の緻密質から成るセラミック製ワイヤボンディング用キャピラリーであって、該キャピラリーの表面および断面におけるボイド面積占有率が0.5%以下で、且つその最大ボイド径が5  $\mu$ m 以下であることを特徴とするセラミック製ワイヤボンディング用キャピラリー。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はLSIやICなどの半導体装置のワイヤボンディングに使用するキャピラリーに関しより詳細には、耐摩耗性、耐久性に優れたセラミック製

キャピラリーに関する。

(従来の技術)

半導体装置において、半導体チップの電極とパッケージのリード電極との接続には、金またはアルミニウムよりなる直径0.015 ~ 0.1mm程度の細い導線を用いているがこの接続工程(ワイヤボンディング)には一般には第1図に先端部を示すように導線を先端に送出する直径0.025 ~ 0.1mm程度の細孔1aを備えたキャピラリー1を使用している。

このキャピラリー1の材質としては、当初ガラスや超硬質材を用いていたが、耐摩耗性等の点から最近ではアルミナ多結晶セラミック製のものや、アルミナを原料にし、単結晶としたルビー、サファイアなどで形成したものが広く用いられてきた。特に低コストのアルミナ多結晶セラミック製キャピラリーが最も多く使用されていた。

(発明が解決しようとする問題点)

ところが、アルミナ多結晶セラミック製のキャピラリーの場合、金属の付着性が大きくまた表面

に存在するボイドやピンホール等のため、第3図に示すように先端部に導線や電極の粉が付着しやすく、この付着物Fが多くなると細孔1aの穴詰まりや導線切れ、ループ異常等を引き起こしていた。さらに、このキャピラリー先端部は常に300℃程度となっており、1秒間に14回程度の高速で導線を電極上に圧着する際に、電極に打ちつけられて瞬間的に約1000℃の高温に達することがあるため、熱伝導率の低いアルミナ多結晶セラミック製のキャピラリーは、ヒートショックによる先端部の欠けや摩耗が激しく比較的短期間で使用不能となっていた。また、アルミナ製のキャピラリーはアルミニウム導線を用いた場合、キャピラリー先端でアルミニウムが溶融する際、表面がわずかに酸化されアルミナになる為、アルミニウムの付着が特に大きい。

また、ルビー、サファイア等のアルミナ単結晶で形成したキャピラリーの場合は、先端部に導線や電極の粉の付着や摩耗は少ないがキャピラリー自体を製造する加工工程中に発生したマイクロク

密質で表面および断面におけるボイド面積占有率が0.5%以下でその最大ボイド径が5  $\mu\text{m}$  以下の焼結体から構成したものである。焼結体の組成を上記の範囲に限定した理由は、Si(窒化物換算)が90%を下回ると緻密化が低下して、ボイドが発生するとともに抗折強度、靱性が低下し、97重量%を超えると易焼結性が低下し各特性が低下する。

一方、YおよびAlの量はいずれも焼結性を助長する上で不可欠であり、いずれかが少なくても焼結性が低下する。

なお、本発明に用いられる上記組成の焼結体は $\beta$ -窒化珪素の結晶相の粒界に $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ が存在するかあるいはB相の窒化珪素結晶格子内で珪素の一部がAlによって置換され、窒素の一部が酸素により置換された単相 $\text{SiAlON}$ が生成され、その粒界にYが存在するかまたはSi、Al、Yの3成分および酸素、窒素の組合せにより他の結晶、例えばメリライトやYAG等が生成されてもよい。

また本発明によれば、前述の通り上述の組成をもって高級密化を行い焼結体としての対理論緻密

ラックに基づき、キャピラリーをボンディング装置に取り付ける際などの取り扱い中に欠けや折れが発生することが多く、ボンディングにより寿命を全うするものに対し、途中で使用不能となるものが約50%あった。さらにルビーやサファイアはアルミナ多結晶セラミックに比べコストが高いという問題点もあった。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明者等は上記の欠点に鑑みて研究を行った結果、その中でもSi、Al及びYを主成分として各々特定の割合で含有する高密度且つ低ボイド率の焼結体を用いることにより金属等の付着やヒートショックによる欠けや摩耗を低減しキャピラリーの長寿命化を達成し得ることを知見した。

即ち、本発明はワイヤボンディング用キャピラリーの少なくとも先端部をSi90乃至97重量%、特に90乃至95重量%(窒化物換算)、Al 0.5乃至8重量%、特に1乃至4重量%(酸化物換算)、Y 0.5乃至8重量%、特に1乃至5重量%(酸化物換算)を主成分とする対理論密度比99%以上の緻

密比が99%以上の均質であって、その焼結体のボイドが表面及び断面の単位面積当たりボイドの占める面積、即ちボイド面積占有率として表した時、0.5%以下、特に0.2%以下であり、その最大ボイド径が5  $\mu\text{m}$  以下、特に3  $\mu\text{m}$  以下であることが重要である。ボイド面積占有率が0.5%を超えるか最大ボイド径が5  $\mu\text{m}$  を超えても強度、靱性が低下するとともに耐久性が低下する。

本発明のセラミック製ワイヤキャピラリー用キャピラリーの製造に当たっては前述の焼結体組成となるように窒化珪素粉末、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、YN等のY化合物、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、AlN、AlON等のAl化合物を適量配合し混合粉末を調製する。混合粉末は公知の成型手段、例えばプレス成形、鋳込み成形、押出成形、インジェクション成形等によって所望の形にした後、焼成工程に移される。

焼成工程は、ホットプレス法、非加圧焼成法、ガス加圧焼成法によって焼成するか、またはこれらの方法によって得られた焼結体を予備焼結体とし、さらに熱間静水圧プレス法によって緻密化を

促進することが望ましい。具体的には、予備焼成工程として $N_2$ 雰囲気中で1750乃至1950℃の温度で焼成して98%以上の予備焼結体を得る。次に得られた予備焼結体を $N_2$ 雰囲気中の1000乃至2000気圧下で1700乃至1900℃の焼成温度で焼成を行う。

このようにして得られた焼結体は後述する実施例からも明らかなように常温における抗折強度が $90Kg/mm^2$ 異常、靱性( $K_{Ic}$ ) $6MN/m^{3/2}$ 以上の優れた機械的強度を有するものである。

また焼結体の結晶構造は長柱状であるが、この結晶 $10\mu m$ 以下の微細な結晶で異常粒成長のないことが望ましい。

最終的に焼結体は第1図に示す形状に切出し加工され、穿孔後表面を研磨機により鏡面出し研磨することにより完成する。なお、キャピラリーの形状は第1図のものに限定されるものでなく通常用いられるあらゆる形状のキャピラリーに対して適用す得るものであることは言うまでもないが、第1図のようにキャピラリー全体を前述した焼結体にて構成する他、第2図に示すようにキャピラ

重20Kgにて測定した。

#### 耐熱衝撃テスト

$3mm \times 4mm \times 36mm$ 形状のテストピースを加熱し、20℃の水中に投下し、この時強度が劣化しない最大温度差 $\Delta T$ ( $\Delta T$ =加熱温度-20(℃))として評価した。

#### ボンディングテスト

各試料に対し10個のキャピラリーを用意し同一の条件のもとで金線およびアルミニウム線でボンディングを行い接続不良が発生するまでの回数を測定しその平均値をアルミナを100としたときの比率として評価した。

結果は第1表に示す。

(以下余白)

リーの先端部分Sのみを前述した焼結体にて構成し他の部分は超硬、アルミナ等の別の材質で構成することも可能である。

以下、本発明を次の例で説明する。

#### (実施例)

$\alpha$ -窒化珪素微粉末、酸化アルミニウム、酸化イットリウム各々の粉末を第1表に示す組成にて混合した後、混合粉末を成形後、第1表に示す焼成条件にて焼成し、焼結体№1～№7を得た。

得られた焼結体に対し、次の特性の測定を行った。

#### ボイド面積占有率、最大ボイド径

焼結体の表面を鏡面研磨し、その研磨面を画像解析装置にて単位面積当たりのボイドの面積比率および最大ボイド径を測定した。

#### 抗折強度(MOR)

JISR1601に基づいて室温にて4点曲げ法にて測定した。

#### 靱性( $K_{Ic}$ )

ビッカース圧痕法により鏡面研磨面に対し、荷

第 1 表

No. 注1)	組成(重量%) 注2)			焼成条件		H I P 条件		相 対 密 度 (%)	ポイド面積占 有率 (%)	最大ポイド 径 ( $\mu\text{m}$ )	MOR ( $\text{MN}/\text{m}^2$ )	$K_{Ic}$ ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )	耐熱衝撃 テスト $\Delta T(^{\circ}\text{C})$	ボンディングテスト注 3)	
	Si	Y	Al	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	圧力(atm)	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	圧力(atm)							金 線	Al 線
1	90	7.0	3.0	1900	10	—	—	99	0.3	3	98	7.8	> 750	> 800	> 1000
2	93	2.0	6.0	1750	1	1700	2000	99	0.2	3	114	6.0	> 750	> 800	> 1000
3*	95	0.2	4.8	1850	10	1800	2000	99	0.5	6	92	4.2	730	> 800	650
4	95	4.5	0.5	1900	10	1800	2000	99	0.3	3	103	6.8	> 750	> 800	> 1000
5*	95	4.8	0.2	1850	10	1850	2000	98	0.6	5	84	7.3	730	> 800	800
6	97	1.5	1.5	1900	10	1850	2000	99	0.4	5	102	6.1	> 750	> 800	> 1000
7*	99	0.5	0.5	1900	10	1850	2000	95	1.8	>10	74	4.1	680	650	450
8	アルミナ			—	—	—	—	98	2.5	—	42	3.6	210	100	100
9	ルビー			—	—	—	—	100	0	—	70	2.2	—	> 800	250
10	超硬質材			—	—	—	—	100	0	—	160	15	—	30	60

注1) \*印は本発明の範囲外の試料を示す

注2) Siは窒化物換算、YおよびAlは酸化物換算で示す。

注3) アルミナにおける回数(金線: 30万回、Al線: 10万回)を100として示す。

第1表から明らかなようにY(酸化物換算)が0.5重量%を下回る№3、あるいはAl(酸化物換算)が0.5重量%を下回る№5ではいずれもAl線に対するボンディング性が不十分であった。また、Si(窒化物換算)が97重量%を超えると耐熱衝撃性が低く金線、Al線とも不十分であった。これらの比較例に対し、本発明の試料はいずれも耐熱衝撃温度は750℃を上回るもので、金線のボンディングはアルミナの8倍以上、Al線では10倍以上の優れた長寿命を示した。

なお、従来例でのアルミナによりボンディングテストでは金線30万回、Al10万回程度でそれぞれ接続不良が多く発生し、使用不能となった。アルミナ多結晶セラミック製キャピラリーは付着物による穴詰まりが多く途中で付着物を洗浄してやると再使用できるが、それでも100万回程度で摩耗のため、完全に使用不能となった。それに対して、ルビーより成るキャピラリーは240万回のボンディング後も接続不良の発生はほとんど見られず、またキャピラリー先端部の付着や摩耗も少な

く使用可能な状態を保っていたが、ルビー製キャピラリーは、ボンディング装置に取り付けるときに欠けや折れが派生して使用不能となったものが3本あったが本発明のキャピラリーは、途中で使用不能となるものはなかった。

なお、超硬質材ではアルミナよりも寿命が短く全く実用的ではなかった。

#### (発明の効果)

叙上のように、本発明によればワイヤボンディング用キャピラリーの少なくとも先端部分をSi、Al及びYの窒化物、酸化物を特定の比率から構成してなる緻密で且つ低ポイドの焼結体により形成したことによって、先端部への導線や電極粉の付着が少なく、また高温強度、耐熱衝撃性が大きい。ためヒートショックによる欠け、摩耗が少なく、長寿命化を図ることができるだけでなく、安定したワイヤボンディングを行うことができ、IC等の半導体装置の品質を安定させることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るワイヤボンディング用キ

キャピラリーを示す一部破断面図、第2図は本発明に係るワイヤボンディング用キャピラリーの他の実施例を示す一部破断面図、第3図は従来のワイヤボンディング用キャピラリーの先端部を示す拡大断面図である。

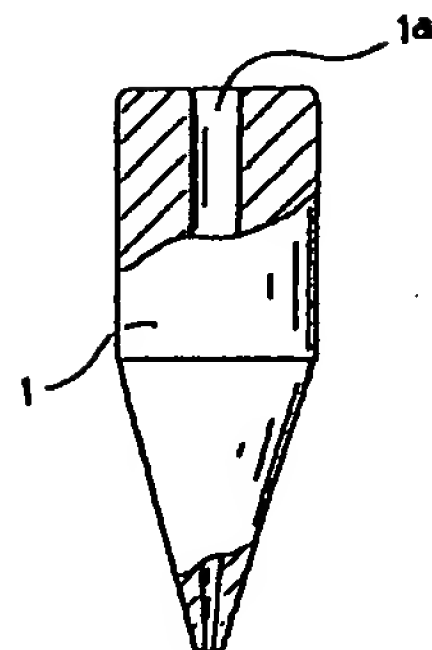
1 : キャピラリー

1a : 細孔

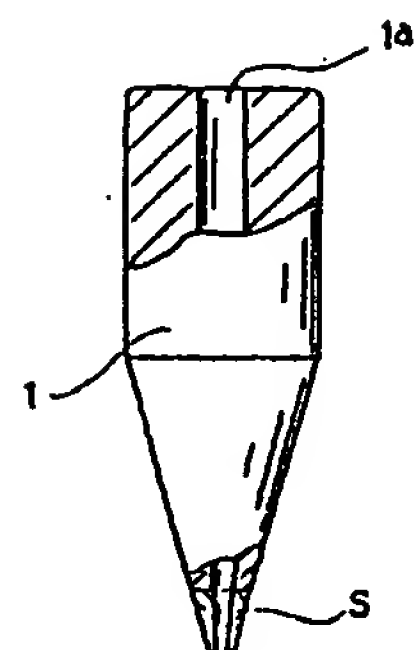
F : 付着物

特許出願人 京セラ株式会社

第1図



第2図



第3図

